



SEMARNAT

SECRETARÍA DE
MEDIO AMBIENTE Y
RECURSOS NATURALES



**Alternativas químicas
al uso de bromuro
de metilo en el cultivo
de fresa**

**Baja California, México
2007 - 2008**

Agosto de 2008

**Ing. José Francisco
Estrada Valenzuela
Dr. José Manuel López Aranda**



Organización de las Naciones Unidas para
el Desarrollo Industrial



SEMARNAT

SECRETARÍA DE
MEDIO AMBIENTE Y
RECURSOS NATURALES

SEMARNAT

Ana María Contreras Vigil
Directora General de Gestión de la Calidad del Aire y Registro
de Emisiones y Transferencia de Contaminantes

Agustín Sánchez Guevara
Coordinador de la Unidad de Protección a la Capa de Ozono

Sofía Urbina Loyola
Coordinadora de Programas de Fumigantes

Marco Antonio Cotero García
Coordinador de Proyectos Piloto

ONU DI

Guillermo Castellá Lorenzo
Gerente de Proyectos - Viena

Marcela González Nolazco
Coordinadora de Proyectos del Protocolo de Montreal - México

ASESORES

Ing. José Francisco Estrada Valenzuela
Consultor Nacional

Dr. José Manuel López Aranda
Asesor Internacional
Director del Centro de Investigación y Formación
Agroalimentaria (CIFA), Churriana, España



SEMARNAT

SECRETARÍA DE
MEDIO AMBIENTE Y
RECURSOS NATURALES

AGRADECIMIENTOS

Al Ingeniero Conrrado González Sandoval de Rancho Don Juanito ubicado en Vicente Guerrero, Baja California, México; al Ingeniero William Hedrick Villalobos del rancho Berry mex ubicado en Vicente Guerrero, Baja California, México, y al M.V.Z. Julio Mario Meza Virgilio de Rancho Santa Mónica ubicado en San Quintín, Baja California, México por haber permitido que los proyectos se realizarán dentro de cada una de estas instalaciones.

Al personal de los ranchos por su amplia colaboración y entusiasmo mostrado.

Agradecemos muy especialmente a las empresas:

TRI-CAL DE BAJA CALIFORNIA, S.A. DE C.V.

TAMINCO MÉXICO, S. DE R. L. DE C.V.

BUCKMAN LABORATORIES, S.A. DE C.V

por haber aportado todos los productos químicos que fueron aplicados en los tres proyectos piloto.



SEMARNAT

SECRETARÍA DE
MEDIO AMBIENTE Y
RECURSOS NATURALES

INFORMACIÓN

Unidad de Protección a la Capa de Ozono

Avenida Revolución No. 1425 Nivel 39
Colonia Tlacopac, San Ángel
01040. México, D.F. MÉXICO
Tel. (52 55) 56 24 35 52

sofia.urbina@semarnat.gob.mx

www.semarnat.gob.mx/gestionambiental/calidaddelaire/Pages/proteccionalacapadeozono.aspx

Índice

	Página
1. INTRODUCCIÓN	4
2. INSTALACIÓN DE LAS DEMOSTRACIONES Y PLANTACIÓN DE LOS CULTIVOS	7
2.1. Instalación de demostraciones en el “Rancho Don Juanito”: Vicente Guerrero, Baja California	7
2.2. Instalación de demostraciones en el “Campo Olmos” (BerryMex): Ejido Emiliano Zapata, Baja California	7
2.3. Instalación de demostraciones en el “Rancho Santa Mónica” (San Quintín, Baja California)	8
3. DESARROLLO DE LAS DEMOSTRACIONES: PARÁMETROS REGISTRADOS	9
3.1. Porcentaje de replante	9
3.2. Control de malezas	10
3.2.1. Control de malezas en ‘Rancho Don Juanito’	10
3.2.2. Control de malezas en ‘Campo Olmos’ (BerryMex)	11
3.2.3. Control de malezas en ‘Rancho Santa Mónica’	12
3.3. Control de producción y tamaño de frutos	12
3.3.1. Producción comercial	12
3.3.2. Cosecha en la fase precoz	12
3.3.3. Cosecha en la fase media y final del cultivo	13
4. CONCLUSIÓN	16
5. ANEXO: Fotos	16

Índice de tablas

	Página
Tabla 1. Proyecto piloto: demostraciones instaladas en Baja California. 2007-2008	6
Tabla 2. Porcentaje de replante (porcentaje de muertes en plantación)	9
Tabla 3. Control de malezas en 'Rancho Don Juanito' Número de plantas extirpadas por metro cuadrado de cama de cultivo	11
Tabla 4. Control de malezas en 'Campo Olmos' (Berrymex) Número de plantas extirpadas por metro cuadrado de cama de cultivo	11
Tabla 5. Cosecha precoz acumulada dentro de cada rancho (hasta finales de marzo de 2008)	13
Tabla 6. Control de producción en pisca (recolección) realizada a finales de abril de 2008	14
Tabla 7. Cosecha acumulada dentro de cada rancho (en mayo y junio de 2008)	15

Índice de fotos

		Página
Foto 1.	Aplicación de fumigantes a través del equipo de riego localizado en 'Rancho Don Juanito'	16
Foto 2.	Cabezal de riego localizado para aplicación de fumigantes en 'Rancho Dan Juanito'	17
Foto 3.	Aplicación de fumigantes en inyección a toda superficie	17
Foto 4.	Replante en 'Campo Olmos' (Berrymex), noviembre de 2007	18
Foto 5.	Eliminación y evaluación de malezas en 'Rancho Don Juanito'	18
Foto 6.	Aspecto demostraciones en 'Campo Olmos' (Berrymex). 28-3-2008	19
Foto 7.	Demostración T1 bromuro de metilo: cloropicrina 50:50 'Rancho Santa Mónica'. 27-4-2008	19
Foto 8.	Demostración T2 cloropicrina. 'Rancho Santa Mónica'. 27-4-2008	20
Foto 9.	Demostración T3 1,3-dicloropropeno:cloropicrina. 'Rancho Santa Mónica' 27-4-2008	20
Foto 10.	Demostración T4 metam potasio 'Rancho Santa Mónica'. 27-4-2008	21
Foto 11.	Demostración T5 metam sodio 'Rancho Santa Mónica'. 27-4-2008	21

ALTERNATIVAS QUÍMICAS AL USO DE BROMURO DE METILO EN EL CULTIVO DE FRESA EN BAJA CALIFORNIA, MÉXICO

1. INTRODUCCIÓN.

México es un país importante en el cultivo de fresa. Se ubica en un cuarto nivel de importancia a escala mundial (junto a Japón, Corea del Sur y Polonia), tras Estados Unidos, China y España, con cifras productivas cercanas a las 200 000 toneladas (t) de fruto por año, en algo más de 5 500 hectáreas (ha) cultivadas (FAOSTAT). Las zonas más importantes de cultivo se sitúan en los estados de Baja California, Michoacán y Guanajuato. En el caso particular de Baja California, la fresa se desarrolla a pasos agigantados en el Valle de San Quintín (33-34° N), junto a la costa del Océano Pacífico en el sur del municipio de Ensenada. En dicha zona existe unas 1 000 ha de cultivo intensivo de fresa al aire libre concentrado en unas 15-18 explotaciones altamente tecnificadas, con alta influencia de la tecnología californiana de los EE.UU. La producción anual puede estimarse en unas 60 000-70 000 t/año de fruto para consumo en fresco e industrialización; en gran medida para exportación a Estados Unidos de América.

La fuerte influencia californiana, incluida la relación contractual con potentes comercializadoras norteamericanas, ha hecho que el cultivo de la fresa en Baja California esté históricamente vinculado a la fumigación de suelos con bromuro de metilo. En la actualidad un porcentaje muy elevado de la superficie de cultivo es tratada anualmente con la inyección a toda superficie a lo largo de los meses de agosto-septiembre con la mezcla 75:25 de bromuro de metilo:cloropicrina. Las dosis convencionales se sitúan en 392 kg/ha (350 libras/acre) de la mezcla fumigante.

La firma por parte de México ante el Protocolo de Montreal y su participación como país Artículo 5, hace que los diferentes sectores agrícolas consumidores de bromuro de metilo deban prepararse con tiempo y garantías suficientes de competitividad, ya que el año 2013 será el último en el que se permita su consumo en México¹. Para apoyar a los sectores agrarios implicados en el uso del bromuro de metilo a una reducción gradual de dicho fumigante, el gobierno de México, a través de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), en cooperación con la Organización de Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI), desarrolla desde el 2005 el “Proyecto de capacitación y asesoría técnica para la reducción del 20% del consumo de bromuro de metilo”. Los proyectos piloto sobre demostraciones de alternativas al bromuro de metilo en los principales sectores agrarios (fresa, tomate, flor cortada y otros) forman parte de dicho proyecto, y para el caso de la fresa inició en el verano de 2007.

¹ Definición de consumo (Protocolo de Montreal) = PRODUCCIÓN + IMPORTACIÓN - EXPORTACIÓN

En este informe se presentan los resultados de una primera campaña de cultivo (2007-2008) en diferentes alternativas químicas, llevada a cabo en tres ranchos freseros colaboradores de los proyectos piloto en el Valle de San Quintín: 'Campo Olmos' (Berrymex), Campo José de la Luz "Rancho Don Juanito" y Campo Chichi "Rancho Santa Mónica", situados, de norte a sur, en 3 localidades de dicho valle costero: Colonia Ejido Emiliano Zapata, Colonia Vicente Guerrero y San Quintín, respectivamente, todos ellos importantes focos freseros de la zona.

En general, los 3 ranchos con demostraciones se observaban en buen estado desde el punto de vista agronómico. Sin grandes diferencias aparentes entre los tratamientos puestos en demostración y el estándar general (T0). Tabla 1.

El cultivo tiene carácter anual, con plantaciones entre los meses de septiembre y octubre de plantas frescas de variedades de día corto de origen norteamericano. Las cosechas se inician entre noviembre y enero y finalizan a lo largo del mes de junio. En la actualidad es frecuente el uso de variedades tales como 'Splendor', 'Festival', 'Camino Real', 'Albión' y diversos cultivares Driscoll.

Como hemos indicado, el uso de la desinfección a toda superficie con la mezcla 80:20 o 75:25 de bromuro de metilo:cloropicrina, es generalizado, aunque algunas explotaciones freseras dieron el paso total o parcial a otras alternativas químicas, tales como el metam potasio, o la combinación 1,3-dicloropropeno:cloropicrina en 2005-2006. No es frecuente la práctica de la rotación de cultivos, dado el carácter altamente especializado de estas explotaciones en el cultivo de la fresa.

Las alternativas de carácter no químico, principalmente las asociadas a la práctica de la solarización, son poco valoradas por la falta de suficiente radiación solar en los meses de verano (junio-agosto), debida a la abundancia de brumas diurnas por influencia oceánica en esa zona costera. Sin embargo, ese fenómeno climático debe ser estudiado en profundidad.

Por ello, en el proyecto piloto se decidió iniciar con técnicas alternativas al bromuro de metilo de carácter químico que reuniesen una serie de requisitos:

- a. Que hubieran mostrado ser técnica y económicamente viables en trabajos experimentales realizados con anterioridad por SEMARNAT/ONUDI en México, así como en otros países importantes en el cultivo de la fresa.
- b. Que tuvieran suficiente arraigo técnico y logístico en el país.
- c. Que estuvieran ya registrados/autorizados para su inmediato uso en la agricultura mexicana.

De hecho, importantes empresas propietarias o concesionarias de los productos en México se han responsabilizado de la entrega gratuita de los productos y de la aplicación de los mismos en estas tres demostraciones.

La Tabla 1 sintetiza las demostraciones instaladas en los tres ranchos colaboradores con los proyectos piloto.

Tabla 1. Proyectos piloto: Demostraciones instaladas en Baja California. 2007-2008

Demostración	Materia activa	Producto comercial	Dosis	Técnica de aplicación	Proveedor
T0: Don Juanito y Campo Olmos	bromuro de metilo:cloropicrina 75:25 peso/peso		392 kg/ha (350 libras/acre)	Inyección a toda superficie y posterior alomado	Trical de Baja California
T0: Santa Mónica	1,3 dicloropropeno: cloropicrina	Piclor 35 EC	500 kg/ha	Riego por goteo de preplantación en camas acolchadas	Trical de Baja California
T1	bromuro de metilo:cloropicrina 50:50 peso/peso	Tri-Con 50/50 EC	400 kg/ha	Inyección a toda superficie y posterior alomado	Trical de Baja California
T2	cloropicrina	Tri-clor EC	500 kg/ha	Riego por goteo de preplantación en camas acolchadas	Trical de Baja California
T3	1,3 dicloropropeno: cloropicrina	Piclor 35 EC	500 kg/ha	Riego por goteo de preplantación en camas acolchadas	Trical de Baja California
T4	metam potasio	Busan 69 GE	500 L/ha en Don Juanito y Campo Olmos y 750 L/ha en Santa Mónica	Riego por goteo de preplantación en camas acolchadas	Buckman
T5: Don Juanito y Santa Mónica	metam sodio	Lucafum 516	1000 L/ha	Riego por goteo de preplantación en camas acolchadas	Taminco México
T5: Campo Olmos (Berrymex)	ioduro de metilo:cloropicrina 33:67 peso/peso	Midas	370 kg/ha	Riego por goteo de preplantación en camas acolchadas	Arysta
T0: Parcela estandarizada con la práctica habitual de la finca y de la zona					

2 . INSTALACIÓN DE LAS DEMOSTRACIONES Y PLANTACIÓN DE LOS CULTIVOS.

2.1. Instalación de demostraciones en el ‘Rancho Don Juanito’ (colonia Vicente Guerrero, Baja California).

Se realizaron las actividades de aplicación de las alternativas al bromuro de metilo, al mismo tiempo que la fumigación estandarizada de las parcelas de cultivo, a lo largo de la primera semana de septiembre de 2007. Se tomaron muestras de suelo antes/después de los tratamientos, se detectó presencia de *Fusarium* spp., a niveles poco importantes.

Se instalaron las 5 grandes demostraciones descritas en la Tabla 1. Cada demostración (T1 a T5) ocupó 17 camas de 70 m de longitud, con separación de 64 pulgadas entre ejes de camas (4 filas de plantas), a una densidad de plantación de unas 56 000 plantas/ha: $17 \times 64 \times 0.0254 \times 70 = 1\,934\,464 \text{ m}^2$ por tratamiento demostrativo. Cada cama contenía una superficie de 113.79 m^2 y un total de 637 plantas/cama, en promedio. El cultivo de la mayor parte de la finca (T0) era la parcela estandarizada con la práctica de la finca y de la zona: bromuro de metilo:cloropicrina 75:25 peso/peso (w/w), inyectada a toda superficie y luego alomada (preparación de las camas), fuera de demostración 392 kg/ha (350 libras/acre).

La plantación de material vegetal fresco de la variedad ‘Splendor’ (Berry Genetics 959) se realizó el 15 de octubre de 2007. Se usó la técnica de suelo ‘desnudo’, es decir, sin acolchar las camas de cultivo con polietileno. Dicha práctica, usada únicamente en esta finca es debida a la necesidad de combatir el exceso de temperatura (en suelo) producido por una climatología excesivamente cálida y soleada durante el mes de octubre en la zona de la colonia Vicente Guerrero.

Esto permitió observar una anómala y abundante presencia de malva (*Malva* spp.), mala hierba resistente al bromuro de metilo, emergida tanto en las demostraciones como en la zona estandarizada de la finca (fumigada mediante la práctica habitual de la zona con bromuro de metilo:cloropicrina 75:25 w/w a toda superficie).

El acolchado plástico de las camas de cultivo de las demostraciones se realizó un mes después de la plantación (15 de noviembre de 2007). Con objeto de aumentar la precocidad de cosecha (piscas) se instaló plástico PE transparente (110 milésimas de pulgada). Las cosechas se iniciaron el 12 de enero de 2008. Los máximos de producción se esperaban hacia mediados de marzo de 2008. Las piscas finalizaron el 20 de junio de 2008. En ese período se realizaron 31 piscas o recolecciones.

2.2. Instalación de demostraciones en ‘Campo Olmos’ (Berrymex) (colonia Ejido Emiliano Zapata, Baja California).

Este campo contenía por primera vez cultivo de fresa o de cualquier otro tipo. Anteriormente era monte con la flora silvestre originaria de la zona.

Se realizaron las actividades de aplicación de las alternativas al bromuro de metilo, de manera gradual, a lo largo del mes de octubre de 2007, con un mínimo plazo de espera, haciéndose la plantación el 26 de octubre de 2007. Se plantó material vegetal fresco de la variedad 'Driscoll Agoura' con el suelo acolchado con polietileno transparente. Las cosechas se iniciaron el 17 de enero de 2008 y finalizaron el 20 de junio de 2008. Se realizaron en ese período 25 piscas o recolecciones.

Se instalaron las 5 grandes demostraciones indicadas en la Tabla 1. En principio, las mismas que en la finca anterior. Sin embargo, en este caso la demostración T5 era a base de ioduro de metilo:cloropicrina 33:67 peso/peso (Midas) aplicada con riego por goteo de preplantación. Cada demostración ocupó entre 12 y 16 camas de cultivo de 81.89 m de longitud con separación de 68 pulgadas entre ejes de camas (4 filas de plantas) a una densidad de plantación de unas 75 833 plantas/ha (30 100 plantas/acre). $68 \times 0.0254 \times 81.89 = 141.44 \text{ m}^2$ por cama de cada tratamiento demostrativo. Cada cama contenía un total de 1 072 plantas/cama, en promedio. Las demostraciones fueron aplicadas los días 4, 9, 10, 11 y 19 de octubre de 2007, para T1 (12 camas), T2, (16 camas) T3 (16 camas), T4 (15 camas) y T5 (15 camas), respectivamente.

2.3. Instalación de demostraciones en el 'Rancho Santa Mónica' (San Quintín, Baja California).

Las actividades de aplicación de las alternativas al bromuro de metilo se realizaron a lo largo de la segunda quincena de septiembre de 2007. En este caso es muy importante señalar que el testigo general o la práctica de fumigación de la mayor parte de la finca (T0) era la parcela estandarizada con la nueva práctica de la finca: 1,3 dicloropropeno:cloropicrina aplicada en riego por goteo en camas acolchadas con polietileno transparente a dosis de 500 kg/ha, siguiendo la aplicación de bromuro de metilo:cloropicrina 75:25 del verano de 2006.

Se procedió a la plantación de material vegetal fresco de la variedad 'Splendor' (Berry Genetics 959) el 21 de octubre de 2007, con el suelo acolchado con polietileno transparente. Las cosechas se iniciaron el 5 de enero de 2008 y finalizaron el 27 de junio de 2008. Se realizaron en ese período 29 piscas o recolecciones.

Se instalaron las mismas 5 demostraciones descritas para 'Rancho Don Juanito' (Tabla 1). Cada demostración ocupó entre 12 y 14 camas de 91 m de longitud con separación de 64 pulgadas entre ejes de camas (4 filas de plantas) a una densidad de plantación de unas 56 000 plantas/ha. $64 \times 0.0254 \times 91$ con un total de 147.93 m^2 por cama de demostración. Cada cama contenía un total de 828 plantas/cama, en promedio. Las demostraciones fueron aplicadas los días 16, 25, 25, 27 y 26 de septiembre de 2007, para T1 (14 camas), T2, (13 camas), T3 (13 camas), T4 (12 camas) y T5 (12 camas), respectivamente.

3. DESARROLLO DE LAS DEMOSTRACIONES: PARÁMETROS REGISTRADOS.

3.1. Porcentaje de replante.

Es un dato muy sencillo que viene a reflejar el número de plantas muertas (inviabiles) observadas por cada una de las 5 camas estudiadas de cada demostración en cada finca. Esas plantas fueron sustituidas unas semanas después del transplante por otras nuevas plantas viables (replante). Este parámetro es una medida indirecta del estado sanitario del suelo antes de la plantación y de las condiciones ambientales del otoño en la zona. Es muy fácil de interpretar. Téngase en cuenta que la campaña fresera en Baja California se ha caracterizado por la aparición de problemas abióticos (predisco-granizo) en la fase de vivero, con fechas de plantación con tendencia a tardías (15 a 26 de octubre de 2007, en nuestro caso) y por tanto con cosechas consecuentemente algo tardías (inicios en dos de las fincas los días 12 y 17 de enero de 2008). También se han descrito consecutivas olas de altas y bajas temperaturas, etc., lo que ha provocado problemas de disminución de cosechas y pudrición/deformación de frutos (por ataques de *Botrytis* y rajados-deformaciones de origen abiótico).

A pesar de ello, se observó que el número de plantas replantadas/cama fue muy bajo. De hecho, teniendo en cuenta que el número de plantas por cama era elevado: 637 plantas/cama en 'Rancho Don Juanito', 1 072 plantas/cama en 'Campo Olmos' y 828 plantas/cama en 'Rancho Santa Mónica', los porcentajes de replante resultaban muy pequeños: en todo caso inferiores al 2% (de plantas inicialmente plantadas). Sin apenas diferencias significativas ($P \leq 0.05$) entre los tratamientos demostrativos.

Debemos indicar que, en la práctica fresera con planta fresca, es frecuente estimar en un 5% de replante la cifra máxima admisible, considerando que un porcentaje de mortandad superior a ese 5% puede significar un problema de sanidad de planta (de vivero) o de sanidad de suelo (en pre-plantación). Dado que en nuestras demostraciones los porcentajes han oscilado entre el 0.65% y el 1.79% (Tabla 2), sin diferencias significativas entre ellas (excepto en 'Rancho Don Juanito') dentro de cada rancho, podemos afirmar que los 5 tratamientos han tenido el mismo comportamiento para este parámetro.

Tabla 2. Porcentaje de replante (porcentaje de muertes en plantación)

Demostración	Rancho		
	Don Juanito (plantas/cama: 637)	Campo Olmos (plantas/cama: 1 072)	Santa Mónica (plantas/cama: 828)
T1 (bromuro de metilo:cloropicrina 50:50)	0.85 b*	1.42 a	0.68 a
T2 (cloropicrina)	0.91 b	1.42 a	0.65 a
T3 (1,3 dicloropropeno:cloropicrina)	1.79 a	1.51 a	0.92 a
T4 (metam potasio)	1.76 a	1.36 a	0.99 a
T5 (metam sodio)	1.63 a	1.34 a**	0.94 a

*Test LSD, $P \leq 0.05$; letras iguales significan no diferencias dentro de cada columna.
**T5 es ioduro de metilo:cloropicrina 33:67 w/w (midas)

3.2. Control de malezas.

El control de malezas se realizó tomando al azar 3 superficies muestra de 0.5 x 0.5 m con un total de 0.25 m² en cada una de las 5 camas de cada demostración en cada explotación. En varias fechas al inicio de la campaña, se contó el número de malas hierbas extirpadas en el interior de esas superficies muestra.

Los resultados de cada rancho mostraron claramente su historial agronómico. Así, en 'Campo Olmos' (Berrymex), ejemplo de primer año de cultivo agrícola en la zona, fresa o cualquier otra especie, recuérdese que anteriormente era monte con la flora silvestre originaria de la zona, el 95 % de la maleza predominante era una especie suculenta autóctona de la zona conocida con el nombre común de 'vidrillo' (*Batis maritima*) (pickleweed).

En 'Rancho Don Juanito', ejemplo de cultivo continuado y sostenido de fresa, año tras año, con desinfección a base de bromuro de metilo:cloropicrina (80:20 o 75:25), la maleza predominante con gran intensidad era en un 99% *Malva spp.* Por su parte, en 'Rancho Santa Mónica', ejemplo de cultivo intensivo de fresa a lo largo de pocos años continuados con alternancia de productos fumigantes, no se detectó presencia alguna de malezas en las camas de cultivo.

Los datos obtenidos parecen señalar que, a diferencia de otras zonas freseras, el control de malezas no es un factor clave para el uso de alternativas al bromuro de metilo en el cultivo de la fresa en el Valle de San Quintín (Baja California). Téngase en cuenta, para valorar esta afirmación, el hecho de que en todas las fincas y demostraciones se utilizó el plástico de acolchado transparente.

3.2.1. Control de malezas en 'Rancho Don Juanito'.

El género *Malva spp.* es resistente al bromuro de metilo en fresa y en otros muchos cultivos donde este biocida total se ha utilizado frecuentemente. Ya hemos indicado que desde las operaciones preparatorias del terreno se observó una emergencia masiva de *Malva spp.* en dicha finca, tanto en la zona de las demostraciones como en la zona estandarizada de la finca fumigada mediante la práctica habitual de bromuro de metilo:cloropicrina 75:25 w/w a toda superficie.

Es una presencia remanente de esa maleza seleccionada y potenciada por años de desinfección con bromuro de metilo:cloropicrina. Se contó la extirpación de maleza en dos momentos: antes de la plantación (6-12 de octubre de 2007) y después de la plantación (3-10 de noviembre de 2007), y antes de acolchar las camas (Tabla 3).

**Tabla 3. Control de malezas en ‘Rancho Don Juanito’
Número de plantas extirpadas por metro cuadrado de cama de cultivo**

Demostración	Control 6-12/X/2007	Control 3-10/XI/2007	Suma de ambos controles
T1 (bromuro de metilo:cloropicrina 50:50)	13.33 a*	28.80 a	42.13 a
T2 (cloropicrina)	4.27 b	37.87 a	42.13 a
T3 (1,3 dicloropropeno:cloropicrina)	3.73 b	26.13 a	29.87 a
T4 (metam potasio)	3.20 b	28.00 a	31.20 a
T5 (metam sodio)	4.00 b	29.33 a	33.33 a
Test LSD, $P \leq 0.05$; letras iguales significan no diferencias dentro de cada columna.			

3.2.2. Control de malezas en ‘Campo Olmos’ (Berrymex).

Es bien conocido en la zona del Valle de San Quintín que el ‘vidrillo’ (*Batis maritima*) es una especie de maleza autóctona ligada a los terrenos sin cultivar y que suele plantear problemas durante los primeros años de instalación de nuevos cultivos (entre ellos la fresa), soliendo disminuir su presencia a lo largo de varias campañas continuadas de cultivo.

Se muestreó en tres ocasiones la presencia-extirpación de maleza en las camas de cultivo (básicamente ‘vidrillo’), tras la plantación con las camas acolchadas: 27 de noviembre de 2007, 9 y 28 de enero de 2008. En los tratamientos T2 y T3 se obtuvo un inferior control de esta maleza (Tabla 4).

**Tabla 4. Control de malezas en finca ‘Campo Olmos’
Número de plantas extirpadas por metro cuadrado de cama de cultivo**

Demostración	Control 27/XI/2007	Control 9/I/2008	Control 28/I/2008	Suma de tres controles
T1 (bromuro de metilo:cloropicrina 50:50)	2.13 b*	2.67 b	1.60 b	6.40 c
T2 (cloropicrina)	20.27 a	14.40 a	5.60 a	40.27 a
T3 (1,3 dicloropropeno:cloropicrina)	4.27 b	18.67 a	5.07 a	28.00 b
T4 (metam potasio)	1.07 b	2.40 b	1.60 b	5.07 c
T5 (ioduro de metilo:cloropicrina)	1.33 b	1.33 b	1.87 b	4.53 c
Test LSD, $P \leq 0.05$; letras iguales significan no diferencias dentro de cada columna.				

3.2.3. Control de malezas en ‘Rancho Santa Mónica’.

En ‘Rancho Santa Mónica’ se realizaron las mismas observaciones de maleza en fechas similares a la anterior finca ‘Campo Olmos’ (Berrymex), en ningún caso se extirpó maleza emergente en las camas de cultivo bajo el acolchado transparente.

3.3. Control de producción y tamaño de frutos.

3.3.1. Producción comercial.

La producción comercial obtenida es el parámetro comparativo más importante en una serie de demostraciones de campo. Para ello se señalaron al azar 10 plantas viables por cama de cultivo en cada demostración de cada explotación (de las 5 camas elegidas para el estudio de los parámetros dentro de cada demostración). En cada ‘pisca’ (recolección) se registró el peso y número de frutos comerciales sanos obtenidos por planta. La cosecha se iniciaba en los primeros días de enero de 2008 y se continuó hasta los últimos días de junio de 2008. Con la metodología realizada se ha podido realizar análisis estadístico en la cosecha acumulada en mayo-junio de 2008, pero no en la cosecha precoz, enero-marzo.

Los resultados se encontraron muy similares en todas las demostraciones y explotaciones estudiadas. Es importante señalar, para una correcta interpretación de las cifras en producción, que se ha registrado únicamente la cosecha y peso medio de frutos de calidad comercial absolutamente sanos; rendimiento muy inferior al real y por tanto sólo debe servir a modo de estimación comparativa del potencial productivo en las distintas demostraciones y no puede servir en modo alguno como reflejo de la productividad real de las fincas que contienen las demostraciones.

3.3.2. Cosecha en la fase precoz.

Es la cosecha acumulada hasta la última semana de marzo de 2008, única con seguridad en la zona cuya utilidad será el consumo en fresco, normalmente en exportación a los mercados de California, Estados Unidos de América (Tabla 5). En la zona de Baja California, el resto del período de cosecha, es decir, desde inicio de abril era para industria (cañería) (congelados, purés, IQF, etc.), aunque excepcionalmente estas tres fincas han seguido recolectando para consumo en fresco al menos hasta finales de abril 2008.

En la finca ‘Campo Olmos’ (Berrymex) hay que tener en cuenta que se ha cultivado una variedad menos productiva y más susceptible ‘Driscoll Agoura’ y una gran cantidad de fruta se ha eliminado sin pesar (sin registrar) por estar podrida, rajada o deformada. Esta explotación suele realizar un control de calidad más estricto que las demás empresas productoras de la zona de Baja California.

Los rendimientos precoces y los tamaños de fruto, sin ser los verdaderos índices de productividad potencial de cada demostración, marcan una gran similitud de resultados productivos precoces en todas las demostraciones de todos los campos.

**Tabla 5. Cosecha precoz acumulada dentro de cada finca
(hasta finales de marzo de 2008)**

Rancho	Demostración	Período de cosecha	No. de piscas	No de frutos sanos recolectados /50 plantas	Peso recolectados 50 plantas (kg)	Peso medio fruto (gr)
Rancho Don Juanito	T1 (bromuro de metilo:cloropicrina)	12/1 - 24/3	14	143	5.58	39.0
	T2 (cloropicrina)	12/1 - 24/3	14	171	6.61	38.7
	T3 (1,3 dicloropropeno:cloropicrina:cloropicrina)	12/1 - 24/3	14	198	6.74	34.1
	T4 (metam potasio)	12/1 - 24/3	14	204	6.10	29.9
	T5 (metam sodio)	12/1 - 24/3	14	214	7.35	34.4
Campo Olmos	T1 (bromuro de metilo:cloropicrina)	17/1- 27/3	10	96	3.22	33.5
	T2 (cloropicrina)	17/1- 27/3	10	95	2.85	29.9
	T3 (1,3 dicloropropeno:cloropicrina:cloropicrina)	17/1- 27/3	10	117	3.00	25.6
	T4 (metam potasio)	17/1- 27/3	10	115	2.97	25.8
	T5 (ioduro de metilo:cloropicrina)	17/1- 27/3	10	125	3.47	27.8
Rancho Santa Mónica	T1 (bromuro de metilo:cloropicrina)	5/1-25/3	13	175	5.63	32.2
	T2 (cloropicrina)	5/1-25/3	12	194	5.89	30.4
	T3 (1,3 dicloropropeno:cloropicrina:cloropicrina)	5/1-25/3	12	168	5.18	30.8
	T4 (metam potasio)	5/1-25/3	12	227	6.26	27.6
	T5 (metam sodio)	5/1-25/3	12	205	6.24	30.4

3.3.3. Cosecha en la fase media y final del cultivo.

Desgraciadamente, la producción obtenida a lo largo de abril (fase intermedia del ciclo de producción) no fue registrada, existiendo únicamente un control realizado en la última semana de abril de 2008 (Tabla 6). Perdiéndose los datos de unas 3-5 piscas, según finca. Siguiendo la misma metodología de la fase precoz, se ha continuado el control de la producción a lo largo de los meses de mayo y junio de 2008 (Tabla 7). La producción obtenida ha sido destinada indistintamente a mercado en fresco e industria en función de los precios obtenidos. En esta fase, se ha seguido registrando la cosecha y peso medio de frutos de calidad comercial sana, y sólo debe servir a modo de estimación comparativa del potencial productivo en las distintas demostraciones y no puede servir en modo alguno como reflejo de la productividad real de las fincas que contienen las demostraciones.

Los rendimientos del control realizado a finales de abril, y sobre todo la cosecha acumulada en la fase media y final del ciclo de cultivo (mayo-junio), confirman una alta similitud de resultados en cada una de las tres fincas, para todas las demostraciones. De hecho, no se han observado diferencias significativas ($P \leq 0.05$) en el número y pesos de frutos de 50 plantas/demostración registrados en 'Rancho Don Juanito' y 'Rancho Santa Mónica', mientras que en 'Campo Olmos' (Berrymex), ha sido la demostración T1 (precisamente conteniendo bromuro de metilo:cloropicrina 50:50 peso/peso) la que obtenía resultados productivos inferiores. Las mayores diferencias estadísticas, que no prácticas, se han obtenido en el tamaño (peso) medio de los frutos en gramos.

En general, los frutos de las demostraciones T1 han resultado ser ligeramente mayores que en los demás tratamientos demostrativos, excepto en 'Campo Olmos' (Berrymex), pero no parece observarse una alta relación entre tratamientos y tamaño de frutos.

**Tabla 6. Control de producción en pisca (recolección)
realizada a finales de abril de 2008**

Rancho	Demostración	Fecha de cosecha	Nº de frutos sanos recolectados/50 plantas	Peso recolectados 50 plantas (kg)	Peso medio fruto (gr)
Rancho Don Juanito	T1 (bromuro de metilo:cloropicrina)	24/4	30	0.52	17.2
	T2 (cloropicrina)	24/4	37	0.72	20.4
	T3 (1,3 dicloropropeno:cloropicrina:cloropicrina)	24/4	27	0.54	19.8
	T4 (metam potasio)	24/4	29	0.58	19.8
	T5 (metam sodio)	24/4	30		18.7
Campo Olmos	T1 (bromuro de metilo:cloropicrina)	22/4	20	0.37	18.5
	T2 (cloropicrina)	22/4	52	0.73	14.0
	T3 (1,3 dicloropropeno:cloropicrina:cloropicrina)	22/4	36	0.55	15.2
	T4 (metam potasio)	22/4	19	0.42	21.8
	T5 (ioduro de metilo:cloropicrina)	22/4	51	0.81	15.9
Rancho Santa Mónica	T1 (bromuro de metilo:cloropicrina)	24/4	59	1.05	17.8
	T2 (cloropicrina)	24/4	40	0.77	19.3
	T3 (1,3 dicloropropeno:cloropicrina:cloropicrina)	24/4	41	0.72	17.6
	T4 (metam potasio)	24/4	37	0.69	18.6
	T5 (metam sodio)	24/4	39	0.71	18.2

Tabla 7. Cosecha acumulada dentro de cada finca (en mayo y junio de 2008)

Rancho	Demostración	Período de cosecha	Nº de piscas	Nº de frutos sanos recolectados/50 plantas	Peso recolectados 50 plantas (kg)	Peso medio fruto (gr)
Rancho Don Juanito	T1 (bromuro de metilo:cloropirina)	5/5-20/6	11	466 a	7.15 a	15.3 a
	T2 (cloropirina)	5/5-20/6	11	501 a	7.42 a	14.8 a
	T3 (1,3 dicloropropeno:cloropirina:cloropirina)	5/5-20/6	11	492 a	6.49 a	13.2 b
	T4 (metam potasio)	5/5-20/6	11	506 a	7.24 a	14.3 a
	T5 (metam sodio)	5/5-20/6	11	483 a	6.97 a	14.4 a
Campo Olmos	T1 (bromuro de metilo:cloropirina)	5/5-17/6	10	305 b	4.61 c	15.1 a
	T2 (cloropirina)	5/5-17/6	10	359 a	5.03 bc	14.0 b
	T3 (1,3 dicloropropeno:cloropirina:cloropirina)	5/5-17/6	10	365 a	5,07 abc	13.9 b
	T4 (metam potasio)	5/5-17/6	10	358 a	5.59 ab	15.6 a
	T5 (ioduro de metilo:cloropirina)	5/5-17/6	10	362 a	5.63 a	15.5 a
Rancho Santa Mónica	T1 (bromuro de metilo:cloropirina)	5/5-27/6	9	561 a	8.22 a	14.7 a
	T2 (cloropirina)	5/5-27/6	9	548 a	7.97 a	14.5 a
	T3 (1,3 dicloropropeno:cloropirina:cloropirina)	5/5-27/6	9	543 a	7.43 a	13.7 b
	T4 (metam potasio)	5/5-27/6	9	547 a	7.39 a	13.5 b
	T5 (metam sodio)	5/5-27/6	9	546 a	7.57 a	13.9 b

Test LSD, $P \leq 0.05$; letras iguales significan no diferencias dentro de cada finca y columna.

4. CONCLUSIÓN.

Los resultados preliminares obtenidos en los proyectos piloto SEMARNAT/ONUDI sobre las alternativas al bromuro de metilo en el cultivo de la fresa en el Valle de San Quintín (Baja California, México), han mostrado una alta similitud de comportamiento entre los tratamientos fumigantes utilizados. De hecho, tras 25-31 piscas realizadas, los datos de producción y peso medio de frutos no han evidenciado diferencias entre la demostración T1 (bromuro de metilo:cloropicrina 50:50 a 400 kg/ha), similar al estándar de la zona (bromuro de metilo:pic 75:25 a 392 kg./ha) y el resto de los tratamientos puestos en comparación.

Estos resultados preliminares, deben ser contemplados desde la perspectiva de un único año de registros de campo, a veces imperfectos, pero suficientemente sólidos. Nos encaminamos hacia un segundo año de utilización de las mismas soluciones fumigantes en las mismas parcelas demostrativas para conocer el comportamiento sostenido a lo largo de una serie de ciclos de cultivo de fresa.

5. ANEXO: Fotos.

Foto 1. Aplicación de fumigantes a través del equipo de riego localizado 'Rancho Don Juanito'



Foto 2. Cabezal de riego localizado para aplicación de fumigantes en 'Rancho Don Juanito'



Foto 3. Aplicación de fumigantes en inyección a toda superficie 'Rancho Santa Mónica'



Foto 4. Replante en finca ‘Campo Olmos’, noviembre de 2007



Foto 5. Eliminación y evaluación de malezas en ‘Rancho Don Juanito’



Foto 6. Aspecto demostraciones finca 'Campo Olmos'. 28-3-2008



**Foto 7. Demostración T1 bromuro de metilo:cloropicrina 50:50
"Rancho Santa Mónica". 27-4-2008**



Foto 8. Demostración T2 cloropicrina. 'Rancho Santa Mónica'. 27-4-2008



Foto 9. Demostración T3 1,3-dicloropropeno:cloropicrina. 'Rancho Santa Mónica' 27-4-2008



Foto 10. Demostración T4 metam potasio 'Rancho Santa Mónica'. 27-4-2008



Foto 11. Demostración T5 metam sodio 'Rancho Santa Mónica'. 27-4-2008

